

Vortrag im Asse-Informationszentrum, Remlingen, 9. Mai 2018
BGE-Veranstaltungsreihe „Betrifft Asse“

Unsicherheiten beim Asse-Inventar: Problemfall Jülicher Kugelhaufenreaktor

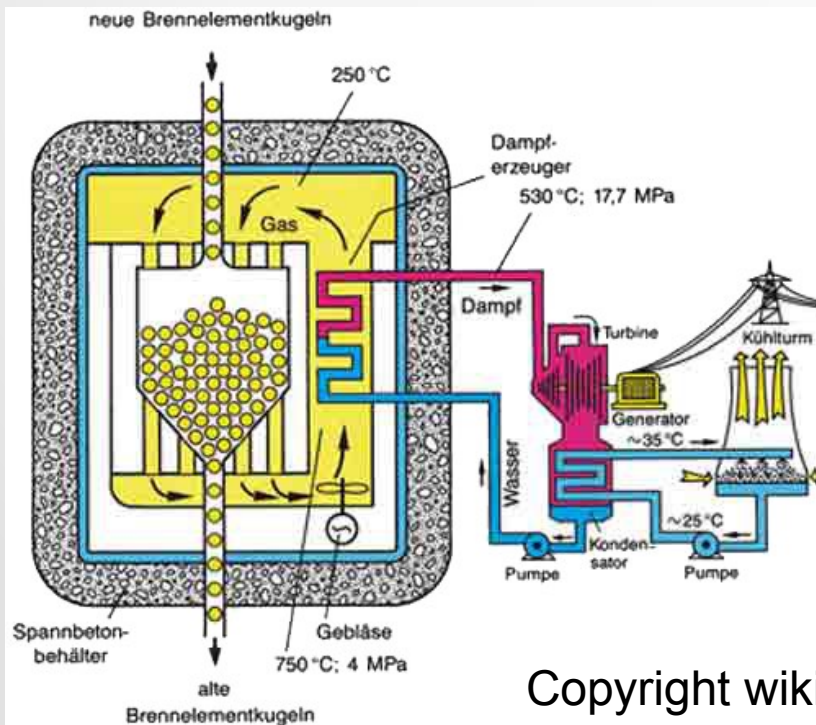
Dr. Rainer Moormann, Aachen

Inhalt

- Hintergrund
- Problem AVR-Graphitkugeln
- Problem Testbrennelemente für den AVR
- Brennelemente aus AVR-Betrieb in Asse ?
- Resumee

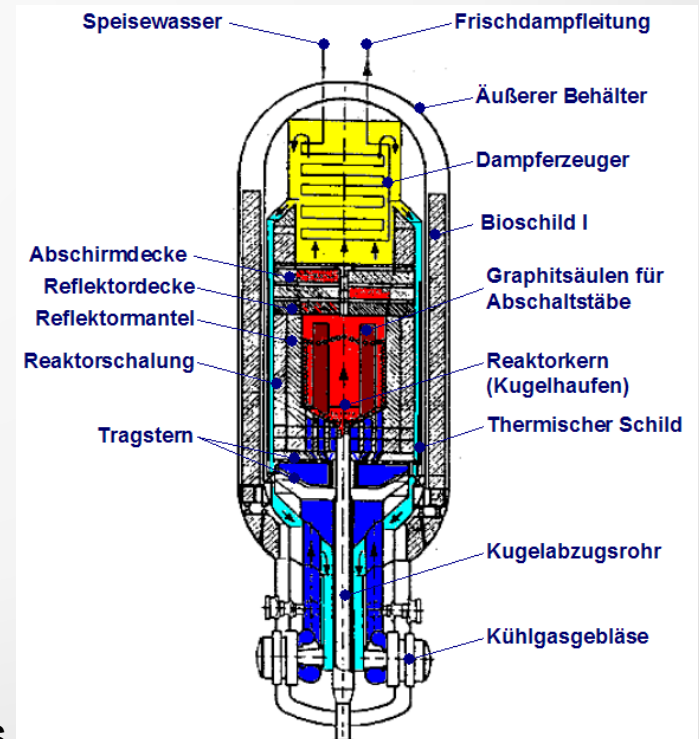
Hintergrund

- AVR Jülich Kugelhaufenreaktor 1966-1988 in Betrieb
- Zweiter deutscher Leistungsreaktor (nach Kahl)
- 13 MWel Leistung, Dampferzeuger über dem Reaktorkern, Graphit als Moderator
- Kühlmittel: Heliumgas bei 10 bar und bis um 1000°C



← Schema HTR

AVR →

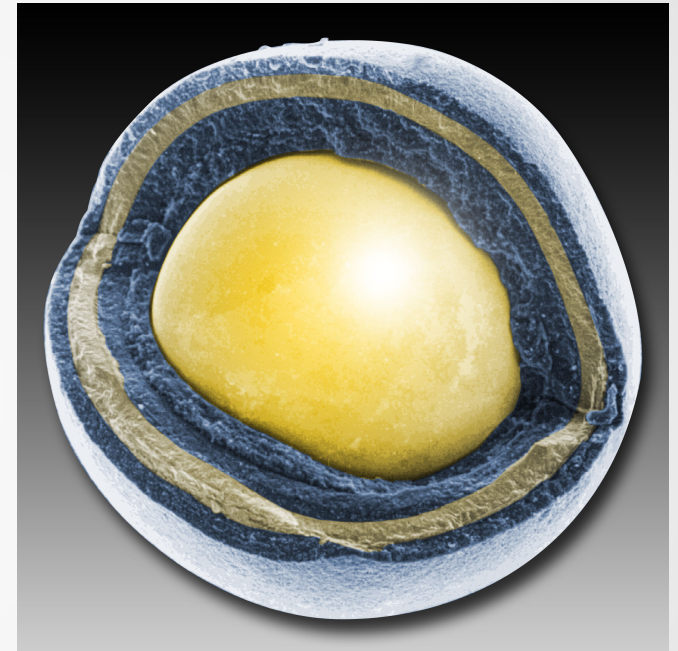


Copyright wikimedia commons

Hintergrund



Graphitkugel
für Hochtemperatur-
reaktor



Beschichtetes Brennstoff-
teilchen, Durchmesser ca.
0,9 mm. 10 - 40 Tsd.
Teilchen/Kugel

.....Hintergrund

- Nach Zusammenbruch der US-HTR-Linie 1974 war der AVR Jülich lange der weltweit einzige Hochtemperaturreaktor (HTR)
- d.h.: erfolgreicher AVR-Betrieb mit Alleinstellungsmerkmal „**hohe Temperaturen**“ war unverzichtbar zum Überleben dieser Reaktorlinie
- AVR hatte als angeblich rein deutscher Reaktor breite Unterstützung
- AVR wurde von Feb 1974 bis Mai 1978 zur Demonstration von Prozesswärme unter störfallähnlichen Bedingungen betrieben (unzulässig hohe Temperaturen, zeitweise Wasser im Kern...)
- Ursache 1: Messinstrumente im Kugelhaufenkern sind nicht möglich, d.h. Reaktorkern = black box
- Ursache 2: Kugelreibung und Kugelfliessen wurden falsch berechnet, Spaltstoffverteilung im Kern war anders als angenommen
- Ursache 3: Betriebsmannschaft negierte Warnsignale; unzulässige Manipulationen am Reaktor, um Betrieb fortsetzen zu können

.....Hintergrund

- Resultat: Extreme Kontamination des Kühlkreislaufs und des Schutzbehälters (AVR-Betreiber 2001: *Am stärksten mit Strontium-90 kontaminierte Nuklearanlage weltweit*).
- Verseuchter Boden und Grundwasser am Standort müssen im kommenden Jahrzehnt saniert werden (> 100 Mio €). Entsorgungskosten insgesamt 2 Mrd €, aber Rückbau in den nächsten Jahrzehnten unmöglich
- Störfallähnliche AVR-Betriebsphase und Asse-Aufnahmephase überlappten sich zeitlich. Daher ist zu prüfen, ob AVR-Inventar aus der Störfallphase in die Asse gelangt ist
- In den 1970ern wurden einzelne AVR-Brennelemente unter extremen Bedingungen in Forschungsreaktoren getestet (bestrahlt). Testbrennelemente sind definitiv in die Asse gelangt; es ist noch offen, welche.

Problem AVR-Graphitkugeln

- Etwa 50.000 bis 55.000 Graphitkugeln (ohne Kernbrennstoff, aber hoch kontaminiert) aus dem AVR-Betrieb wurden in die Asse eingelagert, ca. 20.000 Kugeln verblieben in Jülich
- Die Kugeln enthielten etwa das 1000-fache der in der Asse pro Gebinde maximal zulässigen Tritium-Aktivität (insgesamt 50 TBq) und mehr als das 10-fache der in der Asse höchstens zulässigen C-14-Aktivität (mindestens 0.5 TBq)
- Herkunft dieser vergleichsweise sehr hohen Aktivitäten: Im Reaktor verwendete Billigmaterialien (teilweise Kohlestein statt Graphit), Stickstoff als Abschaltmittel erzeugt C-14, He-3 erzeugt Tritium
- Diese Asse-Inventare fielen erst vor ca. 10 Jahren auf
- Die Tritium/C-14 Aktivitäten wurden bei Einlagerung nicht deklariert. Die Behauptung des Forschungszentrums Jülich von 2010, man habe die Aktivitäten in den 1970er Jahren noch nicht gekannt, ist nachweislich falsch

Problem AVR-Graphitkugeln

- Das Tritiuminventar ist mittlerweile zu 90 % zerfallen (Halbwertszeit 12,3 Jahre)
- Eine Verminderung der aktuell nicht dramatischen Tritiumemissionen aus der Asse erscheint kaum realistisch möglich
- Tritium ist kein langfristiges Problem (bis 2090 fast vollständig zerfallen).

.....Problem AVR-Graphitkugeln

Problemkreis C-14:

- Das C-14-Inventar (Halbwertszeit 5730 Jahre) ist unverändert vorhanden
- C-14-haltiger Graphit aus deutschen HTR sollte in das Endlager für wärmeentwickelnden Abfall eingelagert werden (in der Summe nicht Konrad-gängig). Spezieller Bereich dafür wurde in Endlager-Vorplanungen ausgewiesen.
- Die Asse-Graphitkugeln sollten also identifiziert und isoliert werden, und sollten ggf. mit dem ab ca. 2040 anfallenden Graphit-Abfall aus dem THTR-300 zwischengelagert werden
- Bei Radiolyse von Feuchtigkeit oder Luft wird Graphit leicht vergast (z.B. in Betonmatrix), was zu C-14-Verflüchtigung führt. Geeignete Konditionierung ist daher ggf. erforderlich

.....Problem AVR-Graphitkugeln

Problemkreis Kugeln aus AVR-Störfallphase:

- Graphitkugeln ohne Spaltstoff wurden in größerer Zahl bis 1977 dem AVR entnommen
- Es ist aktuell unklar, ob auch Graphitkugeln, die noch nach Feb 1974 (Beginn Störfallphase) im Reaktor waren, in die Asse gelangt sind
- Falls ja, wären zusätzlich zu Tritium und C-14 größere Kontaminationen u.a. mit Strontium-90 und evtl. Cäsium-137 zu erwarten (Halbwertszeit 30 Jahre)
- Beide Nuklide sind hochtoxisch und können leicht durch Wasser aus den Graphitkugeln (Porosität 20 %, innere Oberfläche 200 m²/Kugel) ausgelaugt werden

.....Problem AVR-Graphitkugeln

- Das würde eine zusätzliche Sonderbehandlung und evtl. Vorsorgemassnahmen erfordern
- Auch wegen der Brennbarkeit von Graphit sollten die Kugeln isoliert werden
- Fazit: Es besteht weiterer Klärungsbedarf bzgl. der Inventare der AVR-Graphitkugeln in der Asse
- Da aber die Jülicher Dokumentation zu den AVR-Graphitkugeln unbefriedigend ist, ist es zweifelhaft, dass eine Klärung auf diesem Wege herbeigeführt werden kann
- Sollte eine Klärung nach Aktenlage nicht möglich sein, muss konservativ davon ausgegangen werden, dass mit Spaltprodukten hochkontaminierte Graphitkugeln in die Asse gelangt sind

Problem Testbrennelemente für den AVR

- Nach Auftauchen von Asse-Einlieferungsscheinen in der Öffentlichkeit vor ca. 10 Jahren räumte Forschungszentrum Jülich (FZJ) ein, dass in Forschungsreaktoren bestrahlte Brennelemente für den AVR in die Asse eingelagert wurden.
- FZJ bestritt aber die Einlagerung von hochaktiven (HAW) Brennelementen, und von Brennelementen, die aus dem Betrieb des AVR stammten
- Aber: Es gab im März 1976 eine Genehmigung zur Einlagerung von 100.000 Brennelementen aus dem AVR-Betrieb in der Asse als mittelaktivem Abfall (MAW). Diese Einlagerung wurde wegen Widerstands aus dem Kreis WF nie umgesetzt. Die Einordnung als MAW war schon damals umstritten und ist aus heutiger Sicht unhaltbar.
- Sicher wären auch HAW-Testbrennelemente (nach heutigem Stand) damals als MAW durchgegangen

.....Problem Testbrennelemente für den AVR

- In Forschungsreaktoren bestrahlte AVR-Testbrennelemente können hochproblematisch sein:
- Im Ausgangszustand handelt es sich bei den Testbrennelementen um normale, frische AVR-Brennelemente mit hochangereichertem, waffenfähigen Uran
- Vor 1975 wurden AVR-Testbrennelemente häufig zeitraffend bestrahlt, d.h. die Zahl der Spaltungen pro Zeiteinheit war viel höher als im echten Reaktorbetrieb. Dabei wurden die Testbrennelemente z.T. extrem heiß und weitgehend zerstört.
- Solche Testbrennelemente mussten nach Konditionierung separat in Castoren entsorgt werden.

.....Problem Testbrennelemente für den AVR

- Auch nicht zeitraffend bestrahlte Testbrennelemente müssten in Castoren/Matrix gelagert werden, da sie sich prinzipiell nicht von Brennelementen aus dem AVR-Betrieb unterscheiden
- Brennelementetests in Forschungsreaktoren sind sehr teuer. Es gab deshalb für jedes getestete Brennelement eine umfangreiche Dokumentation
- Die Chancen sind daher gut, dass Informationen zu Zahl, Typ und Testgeschichte der in der Asse eingelagerten AVR-Testelemente existieren
- Erfahrungsgemäß wird jedoch erheblicher Druck erforderlich sein, um brauchbare Informationen aus Jülich zu erhalten

.....Problem Testbrennelemente für den AVR

- Es ist mit maximal einigen hundert AVR-Testelementen in der Asse zu rechnen
- Solange keine konkreten Angaben zu den in die Asse verbrachten Testelementen gemacht werden können, ist vom Auftauchen von problematischen Testelementen auszugehen
- Hinweis: Die bis 1978 verwendeten Testbrennelemente enthielten ganz überwiegend HEU/Thorium-Brennstoff
- Mit Thorium-Brutstoff versehene Brennelemente sind relativ leicht detektierbar über die charakteristische, sehr harte 2,6 MeV Gamma-emission von Tl-208 (aus U-232-Zerfall)

Brennelemente aus AVR-Betrieb in Asse ?

- Seit langem existiert der Verdacht, dass Brennelemente aus dem AVR-Betrieb in die Asse gelangt sein könnten
- Auszuschließen ist wohl, dass eine große Anzahl davon in der Asse sind
- Atomkugelaffaire 2011: 2285 Brennelemente wurden vermisst, Verdacht: Asse
- Detaillierte Untersuchungen ergaben: Schlampige Jülicher Buchführung zu Kugeln hat zu diesem Verdacht geführt, es gibt keine konkreteren Hinweise auf Asse-Verbringung
- Aber: Während des AVR-Betriebs ist der Überblick über die AVR-Brennelemente verloren gegangen. Angaben zur Gesamtzahl der in den AVR gegebenen Kugeln nach AVR-Ausserbetriebnahme schwankten zwischen 278.000 und 291.000
- Meine eigene Schätzung: 291.000 ± 1000

...Brennelemente aus AVR-Betrieb in Asse ?

- Unter den in den Jülicher Castoren vorhandenen Betriebselementen (ca. 289.000) können laut Genehmigung bis 1000 Graphitkugeln ohne Brennstoff sein
- Bei Experimenten zerstörte Brennelemente wurden zahlenmässig nicht erfasst, nur der Spaltstoffgehalt wurde dokumentiert
- Der Inhalt von ca. 60 der 152 Jülicher Castoren ist nur angenähert bekannt
- Die Zahl der im AVR verbliebenen und im AVR zerstörten Brennelemente ist nur ungenau bekannt
- Fazit: Für den Verbleib von einigen Tausend Jülicher Brennelementen gibt es bisher keinen vollständig sicheren Nachweis. Eine Verbringung in die Asse ist nicht prinzipiell auszuschließen, aber belastbare Hinweise gibt es nicht

Resumee

- Aus dem Jülicher Kugelhaufenreaktorprojekt ist hochproblematischer Müll in der Asse, z.T. illegal, eingelagert worden
- Es gibt noch wesentliche Kenntnislücken sowohl zu den eingelagerten Graphitkugeln ohne Kernbrennstoff, als auch zu den eingelagerten in Forschungsreaktoren getesteten Kugelbrennelementen
- Diese Kenntnislücken sind sowohl für die Räumung der Asse/Entsorgung dieses Mülls, als auch für den Asse-Weiterbetrieb von Bedeutung und sollten daher geschlossen werden